

(19) 日本国特許庁 ( J P )

(12) 公開特許公報 ( A )

(11) 特許出願公開番号

特開平6-167971

(43) 公開日 平成 6 年 ( 1994 ) 6 月 14 日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>

G10H 1/053

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

D 7345-5H

審査請求 有 請求項の数 3 (全15頁)

(21) 出願番号 特願平5-96690  
実願平2-127662の変更  
(22) 出願日 平成 2 年 ( 1990 ) 11 月 29 日

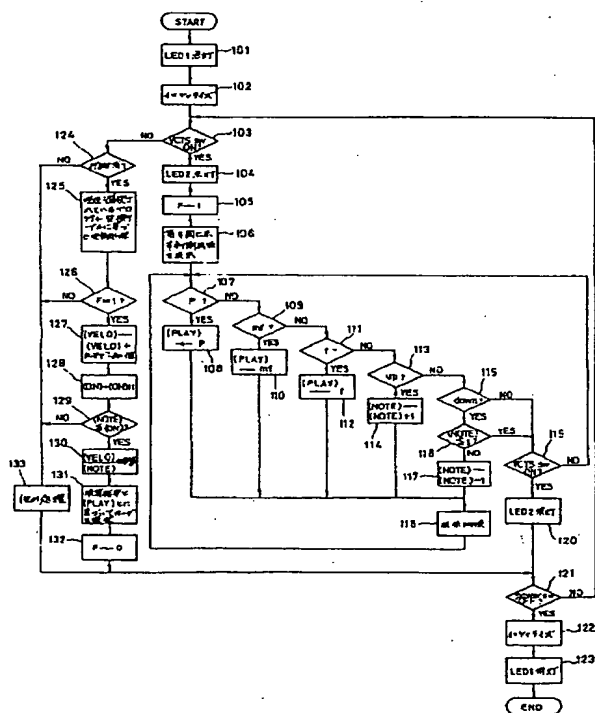
(71) 出願人 000001443  
カシオ計算機株式会社  
東京都新宿区西新宿 2 丁目 6 番 1 号  
(72) 発明者 堤 研一  
東京都羽村市栄町 3 丁目 2 番 1 号 カシオ  
計算機株式会社羽村技術センター内

(54) 【発明の名称】 演奏装置

(57) 【要約】

【目的】 極めて簡単に演奏者に最適なベロシティ変換特性を選択することのできる演奏装置を実現することを目的とする。

【構成】 演奏者が所定数の音符を演奏すると ( 1 2 9 )、マシンは該演奏時におけるベロシティのアーレージを算出し ( 1 3 0 )、この算出結果に基づいて、当該演奏者の演奏特性に最適なベロシティ変換特性を自動的にセレクトする ( 1 3 1 )。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 押鍵時のペロシティーを検出するペロシティー検出手段と、  
該ペロシティー検出手段により検出される前記押鍵時のペロシティーを、複数の変換特性のうち予め選択されている変換特性に従って、楽音を制御するデータとして使用される楽音制御用ペロシティーに変換する変換手段と、  
該変換手段における前記複数の変換特性の中から、前記押鍵ペロシティー検出手段により検出された押鍵時のペロシティーに対応した変換特性を選択する選択手段と、  
を備えたことを特徴とする電子楽器の変換特性決定装置。

【請求項 2】 前記選択手段は、前記ペロシティー検出手段により検出された押鍵時のペロシティーの平均値を演算する演算手段を有し、該演算手段の演算結果に基づき、前記複数の変換特性の中から 1 つの変換特性を選択することを特徴とする請求項 1 記載の電子楽器の変換特性決定装置。

【請求項 3】 前記選択手段は、前記演算手段により演算された押鍵時のペロシティーの平均値と演奏すべき楽曲の強弱とに基づいて前記複数の変換特性の中から 1 つの変換特性を選択することを特徴とする請求項 2 記載の電子楽器の変換特性決定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、押鍵時のペロシティーを楽音を制御するデータとしての楽音制御用ペロシティーに変換する電子楽器の変換特性決定装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、電子楽器にあっては自然楽器と異なり、演奏者の演奏能力を補填して該演奏能力以上に適切な演奏を可能にする為の機構が設けられている。その一例として、ガイド演奏モードと称される機能モードを有するものが実用化されおり、該ガイド演奏モードにあっては、楽曲のコードパートやメロディーパートの演奏鍵が各鍵に対応して設けられた LED の点灯により表示される。よって、該 LED の点灯に従って押鍵操作を行うことにより、前記コードパートやメロディパートを容易に演奏することができ、これにより当該演奏者の演奏能力を補填して該演奏能力以上に正確な演奏が可能となるものである。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 このように電子楽器においては、演奏者の演奏能力を補填して、当該演奏者の演奏能力以上の演奏を可能にするところに自然楽器には得られない特有の利点がある。しかし、前記ガイド演奏モードにおいて演奏者の能力を補填し得るのは、音高及び発音タイミングに関してのみであって、演奏された楽曲の強弱についてまでも補填されるものではなく、楽曲

の強弱は押鍵時のペロシティーにより一義的に定まってしまう。

【0004】 すなわち、従来の電子ピアノにあっては押鍵時のペロシティーの値を単一の変換特性に従って変換し、この変換した値により、音量の制御を行うことから、押鍵時のペロシティーの値と発生楽音の強弱とは一義的に決定されてしまう。よって、子供等の指の力が弱い者が演奏を行った場合には、自然楽器を演奏した場合と同様に、演奏された楽曲全体が弱いものとなってしまう、演奏される楽曲を適切な強さに補填して表現させることはできない。また、指の力が強く、あるいは押鍵を全体的に強い力で行う者が演奏を行った場合も同様であって、自然楽器を演奏した場合と同様に、演奏された楽曲全体が強いものとなってしまう、演奏される楽曲を適切な弱さに補填して表現させることはできない。

【0005】 本発明の課題は、演奏者のペロシティーに関する演奏能力を補填し、適切な強さをもって楽曲を演奏することを可能にした電子楽器の変換特性決定装置を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 前記課題を解決するために本発明にかかる電子楽器の変換特性決定装置あっては、押鍵時のペロシティーを検出するペロシティー検出手段と、該ペロシティー検出手段により検出される前記押鍵時のペロシティーを、複数の変換特性のうち予め選択されている変換特性に従って、楽音を制御するデータとして使用される楽音制御用ペロシティーに変換する変換手段と、該変換手段における前記複数の変換特性の中から、前記押鍵ペロシティー検出手段により検出された押鍵時のペロシティーに対応した変換特性をする選択手段とを備えている。

【0007】 また、前記選択手段は、前記ペロシティー検出手段により検出された押鍵時のペロシティーの平均値を演算する演算手段を有し、該演算手段の演算結果に基づき、前記複数の変換特性の中から 1 つの変換特性を選択することが好ましい。

【0008】 また、前記選択手段は、前記演算手段により演算された押鍵時のペロシティー平均値と演奏すべき楽曲の強弱とに基づいて前記複数の変換特性の中から 1 つの変換特性を選択するように構成されている。

## 【0009】

【作用】 前記構成において、押鍵を行うと押鍵時のペロシティーはペロシティー検出手段により検出され、前記変換手段は、該押鍵時のペロシティーを複数の変換特性のうち予め選択されている変換特性に従って楽音制御用ペロシティーに変換し、該楽音制御用ペロシティーに基づいて楽音が制御される。ここで、前記変換手段における変換特性は、前記押鍵ペロシティー検出手段により検出された押鍵ペロシティーに対応するものが、前記選択手段により予め選択されている。

【0010】また、前記選択手段は、演算手段により押鍵時のペロシティーの平均値を演算することにより、該平均値から当該演奏者のペロシティーの個人差をより適確に捕えることができ、該ペロシティーの個人差に応じた変換特性を選択し、押鍵時のペロシティーから演奏制御用ペロシティーへの変換がなされる。

【0011】また、前記押鍵時のペロシティーの平均値と演奏すべき楽曲の強弱とによりいずれかの変換特性を選択することにより、最終的に選択された変換特性は単に演奏者のペロシティーに対して最適となるに止まらず、演奏される楽曲の強弱に合った変換特性を有するものとなる。

#### 【0012】

【実施例】以下、本発明の一実施例について図面に従って説明する。すなわち第1図は、本発明の一実施例にかかる電子ピアノの全体的な回路構成を示すものであり、CPU10はROM11に予め記憶されたプログラム等や、RAM12に一時記憶されたデータ等に基づき、この電子ピアノにおいて必要となる表示、発音等に必要な処理等を実行する。

【0013】前記ROM11の一部には、第2図に模式的に示したペロシティー変換テーブル群13と第5図に示したペロシティー変換テーブル選択用テーブル14とが設けられている。前記ペロシティー変換テーブル群13は、第1ペロシティー変換テーブル13-1～第7ペロシティー変換テーブル13-7までの複数のテーブルで構成されており、各ペロシティー変換テーブル13-1～13-7において、y軸には第3図に示したように、この楽器使用者の実際の押鍵時のペロシティー（以下、押鍵ペロシティーと称す。）の値が設定され、x軸には楽音を制御するデータとして使用される楽音制御用ペロシティーの値が設定されている。

【0014】前記y軸に設定された押鍵ペロシティーとx軸に設定された楽音制御用ペロシティーとは、各々0～127までの値に対応しており、座標面上には前記押鍵ペロシティーと楽音制御用ペロシティーとの対応関係、つまり変換特性を決定する変換カーブ1～7が各ペロシティー変換テーブル13-1～13-7に対応して設定されている。前記ペロシティー変換テーブル群13において、第4ペロシティー変換テーブル13-4に設定されている変換カーブ4は、押鍵ペロシティーと楽音制御用ペロシティーとが同一の関係となる変換特性である。そして、この第4ペロシティー変換テーブル13-4を中心に、第3ペロシティー変換テーブル13-3から第1ペロシティー変換テーブル13-1までが、順次押鍵ペロシティーに対して楽音制御用ペロシティーが小となる指の強い人用であって、第5ペロシティー変換テーブル13-5から第7ペロシティー変換テーブル13-7までが、順次押鍵ペロシティーに対して楽音制御用ペロシティーが大となる指の弱い人用である。

【0015】他方、ペロシティー変換テーブル選択用テーブル14には、第5図に模式的に示したように、p（ピアノ）、mf（メゾフォルテ）、f（フォルテ）の楽曲強弱区分が設定されているとともに、各楽曲強弱区分p、mf、f毎に、前記y軸に設定された押鍵ペロシティー設定値である127を7区分に振り分けた押鍵ペロシティーの平均値範囲「1～30」～「111～127」が設定されている。さらに、7区分の押鍵ペロシティー平均値範囲に対応して、対応する変換カーブ1～7を有するペロシティー変換テーブル13-1～13-7が設定されている。

【0016】ここで、前記楽曲強弱区分mfにおいては、押鍵ペロシティーの平均値範囲が、順次変換カーブ1～7の各ペロシティー変換テーブル13-1～13-7に対応するように設定されているのに対し、楽曲強弱区分pにおいては変換カーブ7を有する第7ペロシティー変換テーブル13-7を除外して、第6ペロシティー変換テーブル13-6以上の変換テーブルが前記押鍵ペロシティーの平均値に対応するように振り分け設定されている。また、楽曲強弱区分fにおいては、第1及び第2ペロシティー変換テーブル13-1、13-2を除外して、第3ペロシティー変換テーブル13-3以下の変換テーブルが振り分け設定されている。

【0017】他方、スイッチ部15には、図示しない鍵盤に設けられた複数の鍵とともに、第5図に一部を示した楽器本体16に配設されたパワースイッチ17、ペロシティー変換テーブル選択スイッチ（以下、VCTSスイッチと称す。）18、アップスイッチ19、ダウンスイッチ20、及び前記楽曲強弱区分p、mf、fを指定する為のpスイッチ21、mfスイッチ22、fスイッチ23が設けられている。そして、前記鍵を含むこれら各スイッチの操作状態は、この電子ピアノにおいて必要な特に図示していない他のスイッチの操作状態とともにCPU10に与えられる。また、前記パワースイッチ17の上部にはLED1が配設されているとともに、VCTSスイッチ18の上部にはLED2が配設され、これらLED1、2はCPU10により点灯制御される。

【0018】表示部24は、第6図に示した初期画面を表示し得るLCDであって、CPU10により表示制御され、また、楽音信号発生部25は、前記CPU10が行う発音に必要な処理に基づいて楽音波形信号を形成し、該楽音波形信号は特に図示していない、増幅器、スピーカ等よりなるサウンドシステム26を介して外部に放音される。

【0019】次に、以上の構成にかかる本実施例の動作について第8図に示したフローチャートに従って説明する。なお、フローチャートにおいては第7図に示したように、

R<sub>1</sub>: フラグFを記憶するレジスタ、

50 R<sub>2</sub>: p、mf、f各スイッチ21、22、23の操作

により指定されるp, mf, fのいずれかの楽曲強弱区分PLAYを記憶するレジスタ、

R<sub>2</sub>: 設定押鍵回数NOTEを記憶するレジスタ、

R<sub>3</sub>: 押鍵ベロシティの積算値VELOを記憶するレジスタ、

R<sub>4</sub>: 押鍵回数ONを記憶するレジスタ、が用いられ、これらレジスタR<sub>1</sub>~R<sub>4</sub>としては、ワーキングRAMの一部が使用される。

【0020】すなわち、第8図に示したフローチャートは、前記パワースイッチ16をオンにすることにより開始され、まず、LED1が点灯される(ステップ101)。次に、イニシャライズ処理(ステップ102)により、下記のように各レジスタR<sub>1</sub>~R<sub>4</sub>等の値がリセット、あるいは初期値設定され、また、このイニシャライズ処理において、前記ベロシティ変換テーブル13-1~13-7の中で、第4ベロシティ変換テーブル13-4が選択される。

【0021】レジスタR<sub>1</sub>: フラグF←0

レジスタR<sub>2</sub>: PLAY←mf

レジスタR<sub>3</sub>: NOTE←64 (初期値)

レジスタR<sub>4</sub>: VELO←0

レジスタR<sub>5</sub>: ON←0

引き続き、前記VCTSスイッチ18がオン操作されたか否かが判別され(ステップ103)、該VCTSスイッチ18がオン操作されて、ステップ103の判別がYESとなると、LED2が点灯されるとともに(ステップ104)フラグFがセットされる(ステップ105)。さらに、表示部24には第6図に示した初期画面が表示され(ステップ106)、この初期画面において、「PLAY=mf」は前記楽曲強弱区分mfが選択されていることを意味し、「NOTE=64」は前記設定押鍵回数NOTEの初期値として「64」が設定されていることを意味している。

【0022】次に、前記pスイッチ21が操作されたか否かが判別され(ステップ107)、この判別がYESであればレジスタR<sub>2</sub>に楽曲強弱区分PLAYとして「p」が格納される(ステップ108)。また、ステップ107の判別がNOであれば、前記mfスイッチ22が操作されたか否かが判別され(ステップ109)、この判別がYESであれば、レジスタR<sub>2</sub>に楽曲区分PLAYとして「mf」が格納される(ステップ110)。さらに、ステップ109の判別がNOであれば、前記fスイッチ23が操作されたか否かが判別され(ステップ111)、この判別がYESであればレジスタR<sub>2</sub>に楽曲強弱区分として「f」が格納される(ステップ112)。よって、p, mf, fスイッチ21, 22, 23のいずれかが操作された場合には、ステップ107~112の判別処理により、操作されたスイッチに対応する楽曲強弱区分p, mf, fが設定されるとともに、前記スイッチ21, 22, 23のいずれも操作されなかった

場合には、ステップ102のイニシャライズ処理により設定された楽曲強弱区分mfが設定されることとなる。

【0023】また、ステップ111の判別がNOであれば、前記アップスイッチ19がオン操作されたか否かが判別され(ステップ113)、この判別がYESであってアップスイッチ19が1回オン操作される毎に、設定押鍵回数NOTEの値が1ずつカウントアップされる(ステップ114)。また、ステップ113の判別がNOであって、アップスイッチ19がオフ状態であれば、さらにダウンスイッチ20がオン操作されたか否かが判別される(ステップ115)。この判別がYESであれば、設定押鍵回数NOTEの値が1以下となったか否かが判別され(ステップ116)、この判別がNOであって設定押鍵回数NOTEの値が1以下となっていなければ、前記ダウンスイッチ20が1回オン操作される毎に設定押鍵回数NOTEの値が1ずつカウントダウンされる(ステップ117)。

【0024】よって、ステップ113から117までの判別処理により、設定押鍵回数NOTEの値は初期値「64」から適宜変更されて1以上の値として設定され、この設定されたNOTEの値と楽曲強弱区分PLAYとは、ステップ118の表示切換にて、前記表示部24の「PLAY=」「NOTE=」として表示される。また、ステップ107~118のループにおいて、ステップ115の判別がNOとなり、あるいはステップ116の判別がYESとなると、VCTSスイッチ18が再度オン操作されたか否かが判別される(ステップ119)。この判別がYESとなり、VDSスイッチ18が再度操作されると、ステップ107に戻ることなく、ステップ120に進んでLED2を消灯させ、楽曲強弱区分PLAY及び設定押鍵回数NOTEの設定及びその表示に関する処理を終了する。

【0025】したがって、以上に述べたステップ107~120までの判別処理によって理解し得るように、VCTSスイッチ18をオン操作した後、p, mf, fスイッチ21, 22, 23を操作しあるいは操作することなく、アップスイッチ19若しくはダウンスイッチ19を任意の回数操作し、しかる後に再度VCTSスイッチ18をオン操作すれば、楽曲強弱区分p, mf, fのいずれかが設定されるとともに、前記設定押鍵回数NOTEが64を中心に適宜変化して、1以上の任意の値をもって設定されるのである。

【0026】そして、ステップ120に続くステップ121の判別がNOであって、パワースイッチ17がオン状態に維持されていれば、ステップ103に戻って前述した判別処理が再度実行される。このとき、VCTSスイッチ18が非操作状態であれば、ステップ103の判別がNOとなつて、該ステップ103からステップ124に進む。該ステップ124では、押鍵が有ったか否かが判別され、この判別がNOであって押鍵がなければ、

このフローチャートに示される以外の必要な他の処理が実行された後（ステップ133）、前述したステップ121の判別がなされる。

【0027】また、ステップ124の判別がYESであって、押鍵があった場合には、発音処理が実行され（ステップ125）、この発音処理は、現在選択されているいずれかのベロシティー変換テーブル13-1～13-7に設定されている変換カーブ1～7に基づいて変換されたベロシティーの値に基づいて、音量が決定される。すなわち、この発音処理に際して、仮に第3図に示した変換カーブ2を有する第2ベロシティー変換テーブル13-2が選択された状態にあったとすると、先ず、楽器使用者により押鍵された際の実際の押鍵時のベロシティーである押鍵ベロシティーにより、前記第2ベロシティー変換テーブル13-2のy軸に設定された押鍵ベロシティーの値V<sub>i</sub>が特定される。しかる後に、このy軸において特定された押鍵ベロシティーの値V<sub>i</sub>に対応するアドレスから、変換カーブ2によってx軸に設定された楽音制御用ベロシティーV<sub>j</sub>に対応するデータを読み出し、該読み出した楽音制御用ベロシティーV<sub>j</sub>に対応するデータによってステップ125の発音処理における音量が決定される。よって、サウンドシステム26からは、現在選択されている第2ベロシティー変換テーブル13-2によって変換された楽音制御用ベロシティーの値V<sub>j</sub>に応じた音量の楽音が発生する。

【0028】そして、ステップ125に続くステップ126においては、フラグFがセット状態にあるか否かが判別され、前述したステップ104以降の判別処理がなされると、フラグFはセット状態に維持されていることから、ステップ126の判別はYESとなって、ステップ127に進む。該ステップ127においては、レジスタR<sub>2</sub>に記憶されている従前までのベロシティーの積算値VELOに今回の押鍵のベロシティーの値が積算されて格納される。次に、実際の押鍵回数ONを記憶するレジスタR<sub>1</sub>の値がカウントアップされ（ステップ128）、さらに、レジスタR<sub>1</sub>に記憶されている実際の押鍵回数ONが前記レジスタR<sub>2</sub>に記憶されている設定押鍵回数NOTE以上となったか否かが判別される（ステップ129）。この判別がNOであって、実際の押鍵回数ONが設定押鍵回数NOTE未満であれば、前述したステップ133の処理、及びステップ121の判別がなされた後、ステップ103からの判別処理が繰り返される。

【0029】そして、実際の押鍵回数ONが設定押鍵回数NOTE以上となることにより、ステップ129の判別がYESとなると、前記レジスタR<sub>2</sub>に記憶されているベロシティーの積算値VELOを設定押鍵回数NOTEで除す演算が実行され（ステップ130）、これにより当該楽器使用者の1回押鍵当たりのベロシティーの平均値が演算結果として得られる。そこで、次のステップ

131では、前記演算結果と楽曲強弱区分PLAYとに基づいてベロシティー変換テーブル13-1～13-7が選択される。

【0030】このステップ131の処理について具体例をもって詳述すると、前記ステップ130の演算結果が“95”であったとするならば、第4図に示したベロシティー変換テーブル選択用テーブル14において、前記演算結果は押鍵ベロシティー平均値範囲の「91～100」に属する値である。このとき、前記p、mf、f各スイッチ21、22、23のいずれもオン操作されなかったとすると、前述したイニシャライズ処理により楽曲強弱区分mfが設定されていることから、該楽曲強弱区分mfにおける押鍵ベロシティー平均値範囲「91～100」に対応する、第3ベロシティー変換テーブル13-3が選択される。

【0031】すなわち、楽曲強弱区分p、mf、fを自ら選択することなく、設定押鍵数NOTEのみの設定を行って、演奏を開始した場合には、第1～第7ベロシティー変換テーブル13-1～13-7の中から、押鍵ベロシティーの平均値に応じて、最も適切な変換特性を有する変換テーブル13-1～13-7のいずれかが選択される。よって、子供のように指の力が弱く押鍵ベロシティーの平均値が例えば「1～30」の範囲であれば、第7ベロシティー変換テーブル13-7が選択されて、変換カーブ7によって変換がなされることにより、低い押鍵ベロシティーであっても高い楽音制御用ベロシティーが出力される。また、逆に相対的に強い演奏を行ってしまう者のように、押鍵ベロシティーの平均値が例えば「111～127」の範囲であれば、第1ベロシティー変換テーブル13-1が選択されて、変換カーブ1によって変換がなされることにより、高い押鍵ベロシティーであっても低い楽音制御用ベロシティーが出力される。

【0032】よって、前記変換により押鍵ベロシティーの個人差が是正されて、演奏者のベロシティーに関する能力は補填され、このように選択されたベロシティー変換テーブル13-1～13-7によって、前記ステップ125において発音処理がなされることにより、適切な強弱をもって演奏を行うことが可能となる。

【0033】しかも、前記押鍵ベロシティーの平均値を演算することから（ステップ130）、該平均値から当該演奏者のベロシティーの個人差をより適確に捕えて、該ベロシティーの個人差に応じた変換特性のベロシティー変換テーブル13-1～13-7を選択することが可能となり、これによりベロシティーの個人差を是正した、より適切な強弱表現が可能となる。

【0034】一方、前記pスイッチ21がオン操作されて楽曲強弱区分pが設定された状態にあったとすると、例えば前記ステップ130の演算結果が前述と同様に押鍵ベロシティー平均値範囲の「91～100」に属する“95”であったとしても、第4図に示したベロシティー

一変換テーブル選択用テーブル14において、第2ペロシティー変換テーブル13-2が選択され、変換カーブ2により押鍵ペロシティーから楽音制御用ペロシティーへの変換がなされる。

【0035】これに対し、前記fスイッチ23がオン操作されて楽曲強弱区分fが設定された状態にあったとすると、例えば前記ステップ130の演算結果が押鍵ペロシティー平均値範囲の「91~100」に属する“95”であったとしても、第4図に示したペロシティー変換テーブル選択用テーブル14において、第5ペロシティー変換テーブル13-5が選択され、変換カーブ5により押鍵ペロシティーから楽音制御用ペロシティーへの変換がなされる。

【0036】つまり、このように押鍵ペロシティーの平均値が“95”であっても、楽曲強弱区分mfが設定されている場合には、第3ペロシティー変換テーブル13-3が選択されるのに対し、楽曲強弱区分pが設定されている場合には、第2ペロシティー変換テーブル13-2が選択され、また、楽曲強弱区分fが設定されている場合には、第5ペロシティー変換テーブル13-5が選択される。そして、第2ペロシティー変換テーブル13-2が選択された場合には、第3ペロシティー変換テーブル13-3が選択された場合より、入力される押鍵ペロシティーに対して出力される楽音制御用ペロシティーが小となる特性であり、また、第5ペロシティー変換テーブル13-5が選択された場合には、第3ペロシティー変換テーブル13-3が選択された場合より、入力される押鍵ペロシティーに対して出力される楽音制御用ペロシティーが大となる特性である。

【0037】したがって、押鍵ペロシティーの平均値が“95”である演奏者が演奏を行った場合において、演奏する楽曲に合わせて楽曲強弱区分pを予め選択しておけば、演奏される楽曲全体が弱く表現することができ、楽曲強弱区分fを設定しておけば、演奏される楽曲全体を強く表現することができる。よって、演奏者が曲想を考慮することなく常に一定のペロシティーで演奏を行っても、楽曲の強弱区分p、mf、fに応じた楽音制御用ペロシティーが得られ、該楽音制御用ペロシティーにより楽曲に合った強弱表現に行うことが可能となる。

【0038】そして、ステップ131に続くステップ132では、フラグFがリセットされ、次に前記パワースイッチ16がオフ操作されたか否かが判別され（ステップ121）、この判別がYESであってパワースイッチ16がオフ操作されれば、イニシャライズ処理が行われた後（ステップ122）、パワースイッチ16の上部に設けられているLED1を消灯させて（ステップ123）、このフローを抜けるのである。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、ペロシテ

ィーを変換する際の変換特性として、複数の変換特性の中から、押鍵時のペロシティーの値に対応する最も適切な変換特性を選択するようにしたことから、選択された変換特性を用いて押鍵時のペロシティーを楽音制御用ペロシティーに変換することにより、電子楽器においてペロシティーに関する演奏者の能力を適切に補填して、楽音を発生させることが可能となる。

【0040】また、押鍵時のペロシティーの平均値を演算し、その演算結果に基づき変換特性を選択するようにしことから、前記平均値から当該演奏者のペロシティーの個人差をより適確に捕えることができる。これにより、該ペロシティーの個人差に応じた変換特性を選択することが可能となり、その結果、押鍵時のペロシティーの個人差を是正して、より適切な強弱表現が可能となる。

【0041】また、前記選択を、前記押鍵時のペロシティーの平均値と演奏すべき楽曲の強弱とにより選択するようにしたことから、ペロシティーに関する演奏者の能力を補填しつつ、楽曲に合った強弱表現にて演奏を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の全体的な回路構成を示すブロック図である。

【図2】同実施例のペロシティー変換テーブル群の模式図である。

【図3】同実施例のペロシティー変換テーブルの説明図である。

【図4】同実施例のペロシティー変換テーブル選択用テーブルを示す模式図である。

【図5】同実施例のスイッチ部の要部平面図である。

【図6】同実施例の表示部に表示された初期画面の平面図である。

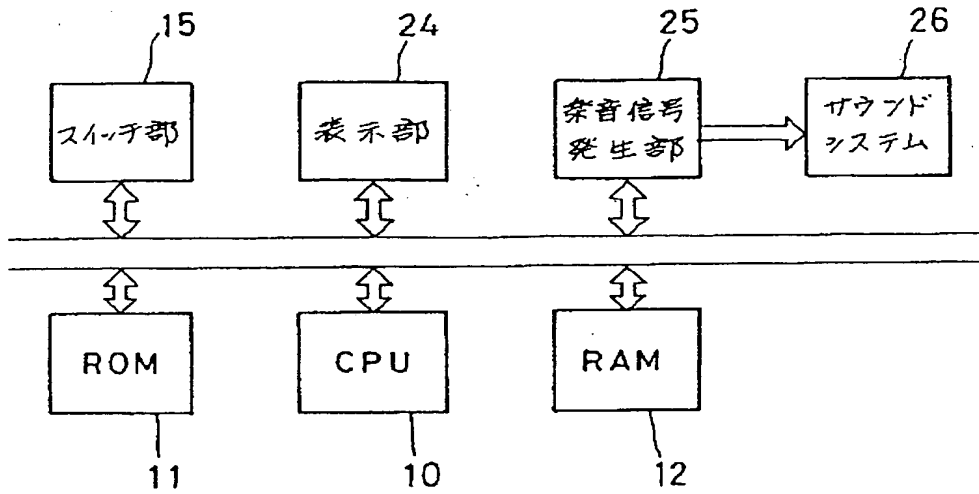
【図7】同実施例に用いられるレジスタの概念図である。

【図8】同実施例のフローチャートである。

【符号の説明】

10	CPU
11	ROM
12	RAM
13	ペロシティー変換テーブル群
13-1~13-7	ペロシティー変換テーブル
14	ペロシティー変換テーブル選択用テーブル
15	スイッチ部
18	VCTSスイッチ
19	アップスイッチ
20	ダウンスイッチ
21	pスイッチ
22	mfスイッチ
23	fスイッチ

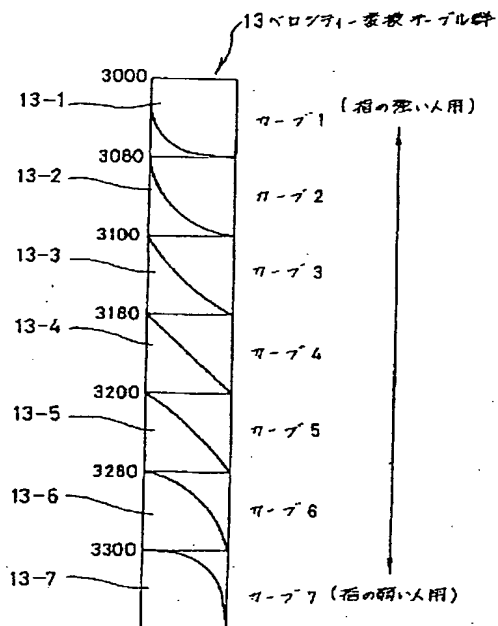
【図 1】



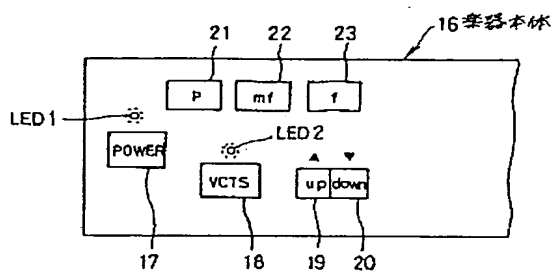
【図 7】

$R_1$  : F  
 $R_2$  : PLAY  
 $R_3$  : NOTE  
 $R_4$  : VELO  
 $R_5$  : ON

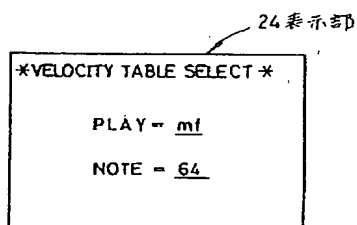

【図 2】



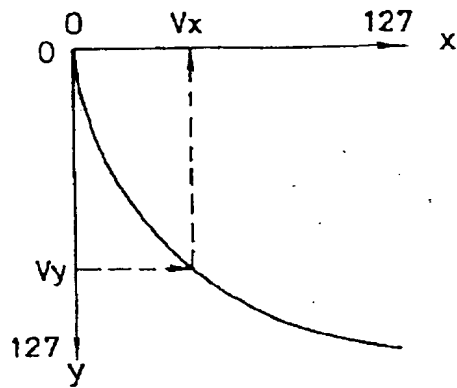
【図 5】



【図 6】



【図3】



y軸: 実際の押鍵時の  
ベロシティ  
(押鍵ベロシティ)

x軸: 発音制御用ヒステ  
リシス  
使用されるデータの値  
(発音制御用ベロシティ)

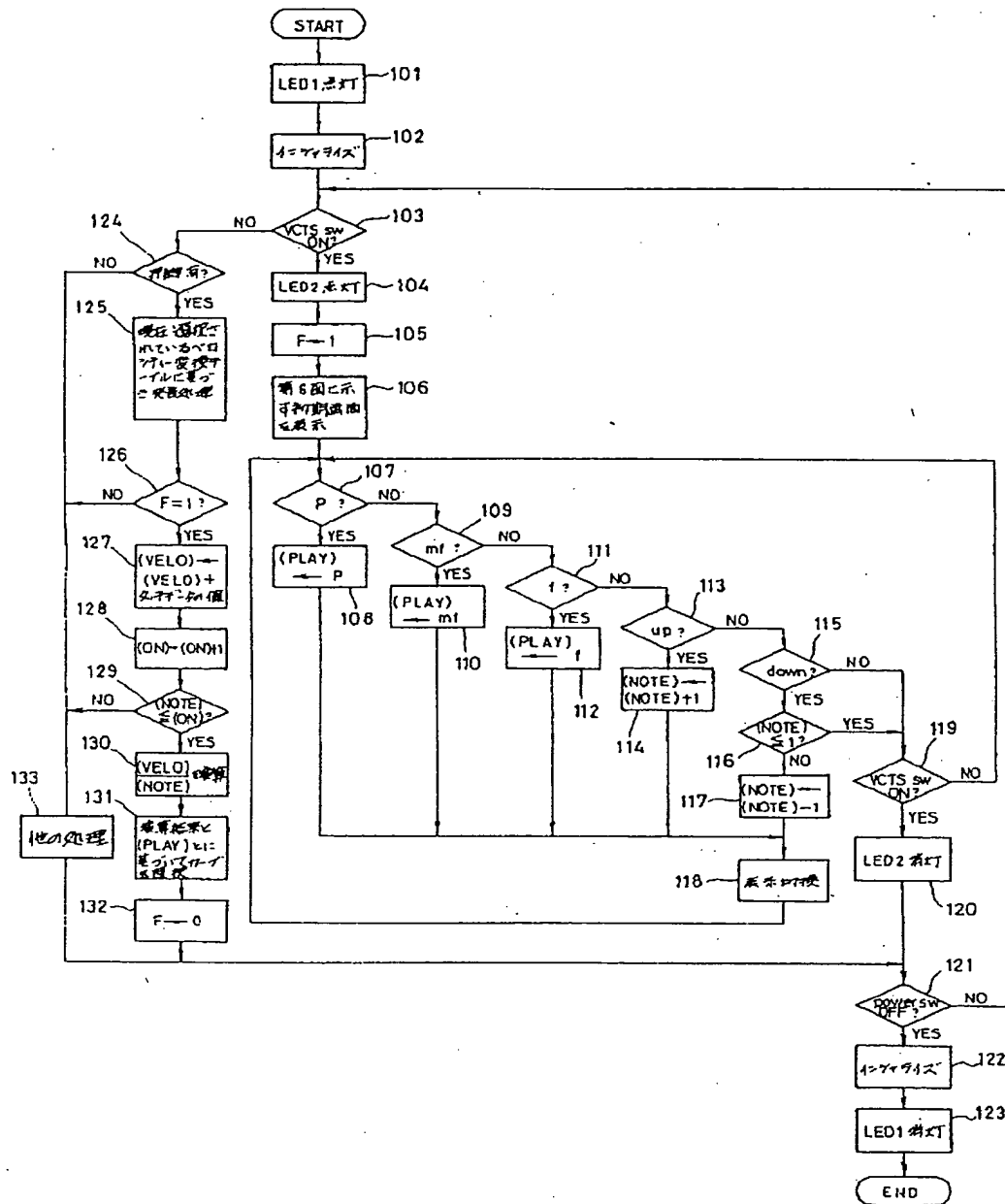


【図4】

14 ベロシティ変換テーブル  
選択用テーブル

楽曲強弱区分	押鍵ベロシティの 平均値範囲	対応する ベロシティ 変換テーブル	変換カーブ
P	111 ~ 127	13-1	1
	101 ~ 110	13-1	1
	91 ~ 100	13-2	2
	71 ~ 90	13-3	3
	51 ~ 70	13-4	4
	31 ~ 50	13-5	5
	1 ~ 30	13-6	6
mf	111 ~ 127	13-1	1
	101 ~ 110	13-2	2
	91 ~ 100	13-3	3
	71 ~ 90	13-4	4
	51 ~ 70	13-5	5
	31 ~ 50	13-6	6
	1 ~ 30	13-7	7
f	111 ~ 127	13-3	3
	101 ~ 110	13-4	4
	91 ~ 100	13-5	5
	71 ~ 90	13-6	6
	51 ~ 70	13-7	7
	31 ~ 50	13-7	7
	1 ~ 30	13-7	7

【図8】



## 【手続補正書】

【提出日】平成5年4月6日

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】演奏装置

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 演奏操作子と、

この演奏操作子が操作された際のペロシティを検出する  
検出手段と、この検出手段により検出されたペロシティを所定の変換  
特性に従って変換する変換手段と、この変換手段における上記所定の変換特性を上記検出手  
段により検出されたペロシティに基づいて決定する決定

手段とを有することを特徴とする演奏装置。

【請求項2】 上記決定手段は、上記検出手段により検出されたベロシティの平均値に基づいて、上記変換手段における上記所定の変換特性を決定することを特徴とする請求項1記載の演奏装置。

【請求項3】 上記決定手段は、上記検出手段により検出されたベロシティの平均値と演奏すべき楽曲の強弱とに基づいて、上記変換手段における上記所定の変換特性を決定することを特徴とする請求項2記載の演奏装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、演奏時のベロシティを出力することのできる演奏装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来から、演奏者が複数のベロシティ変換特性の中から任意に1つを選択することのできる電子楽器が考えられている（特開昭55-22750号）。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 このような電子楽器においては、演奏者は、自分に適したベロシティ変換特性を選択することにより、好ましい演奏を行うことができる。

【0004】 しかしながら、自分の演奏特性を自己評価し、どのベロシティ変換特性が自分に適しているのかを選定することは演奏者にとって極めて困難である。

【0005】 本発明の課題は、極めて簡単に演奏者に最適なベロシティ変換特性を選定することのできる演奏装置を実現することである。

【0006】

【発明の要点】 上記課題を解決するため、本発明は、演奏者の演奏特性をマシンが評価し、この評価結果に基づいて、演奏者に最適なベロシティ変換特性を自動的に選択するようにしたことを要点としている。

【0007】

【実施例】 以下、本発明の一実施例について図面に従って説明する。すなわち図1は、本発明の一実施例にかかる電子ピアノの全体的な回路構成を示すものであり、CPU10はROM11に予め記憶されたプログラム等や、RAM12に一時記憶されたデータ等に基づき、この電子ピアノにおいて必要となる表示、発音等に必要な処理等を実行する。

【0008】 前記ROM11の一部には、図2に模式的に示したベロシティ変換テーブル群13と図5に示したベロシティ変換テーブル選択用テーブル14とが設けられている。前記ベロシティ変換テーブル群13は、第1ベロシティ変換テーブル13-1～第7ベロシティ変換テーブル13-7までの複数のテーブルで構成されており、各ベロシティ変換テーブル13-1～13-7において、y軸には図3に示したように、この楽器使用者の実際の押鍵時のベロシティ（以下、押鍵ベ

ロシティと称す。）の値が設定され、x軸には楽音を制御するデータとして使用される楽音制御用ベロシティの値が設定されている。

【0009】 前記y軸に設定された押鍵ベロシティとx軸に設定された楽音制御用ベロシティとは、各々0～127までの値に対応しており、座標面上には前記押鍵ベロシティと楽音制御用ベロシティとの対応関係、つまり変換特性を決定する変換カーブ1～7が各ベロシティ変換テーブル13-1～13-7に対応して設定されている。前記ベロシティ変換テーブル群13において、第4ベロシティ変換テーブル13-4に設定されている変換カーブ4は、押鍵ベロシティと楽音制御用ベロシティとが同一の関係となる変換特性である。そして、この第4ベロシティ変換テーブル13-4を中心に、第3ベロシティ変換テーブル13-3から第1ベロシティ変換テーブル13-1までが、順次押鍵ベロシティに対して楽音制御用ベロシティが小となる指の強い人用であって、第5ベロシティ変換テーブル13-5から第7ベロシティ変換テーブル13-7までが、順次押鍵ベロシティに対して楽音制御用ベロシティが大となる指の弱い人用である。

【0010】 他方、ベロシティ変換テーブル選択用テーブル14には、図5に模式的に示したように、p（ピアノ）、mf（メゾフォルテ）、f（フォルテ）の楽曲強弱区分が設定されているとともに、各楽曲強弱区分p、mf、f毎に、前記y軸に設定された押鍵ベロシティ設定値である127を7区分に振り分けた押鍵ベロシティの平均値範囲「1～30」～「111～127」が設定されている。さらに、7区分の押鍵ベロシティ平均値範囲に対応して、対応する変換カーブ1～7を有するベロシティ変換テーブル13-1～13-7が設定されている。

【0011】 ここで、前記楽曲強弱区分mfにおいては、押鍵ベロシティの平均値範囲が、順次変換カーブ1～7の各ベロシティ変換テーブル13-1～13-7に対応するように設定されているのに対し、楽曲強弱区分pにおいては変換カーブ7を有する第7ベロシティ変換テーブル13-7を除外して、第6ベロシティ変換テーブル13-6以上の変換テーブルが前記押鍵ベロシティの平均値に対応するように振り分け設定されている。また、楽曲強弱区分fにおいては、第1及び第2ベロシティ変換テーブル13-1、13-2を除外して、第3ベロシティ変換テーブル13-3以下の変換テーブルが振り分け設定されている。

【0012】 他方、スイッチ部15には、図示しない鍵盤に設けられた複数の鍵とともに、図5に一部を示した楽器本体16に配設されたパワースイッチ17、ベロシティ変換テーブル選択スイッチ（以下、VCTSスイッチと称す。）18、アップスイッチ19、ダウンスイッチ20、及び前記楽曲強弱区分p、mf、fを指定す

る為のpスイッチ21、mfスイッチ22、fスイッチ23が設けられている。そして、前記鍵を含むこれら各スイッチの操作状態は、この電子ピアノにおいて必要な特に図示していない他のスイッチの操作状態とともにCPU10に与えられる。また、前記パワースイッチ17の上部にはLED1が配設されているとともに、VCTSスイッチ18の上部にはLED2が配設され、これらLED1、2はCPU10により点灯制御される。

【0013】表示部24は、図6に示した初期画面を表示し得るLCDであって、CPU10により表示制御され、また、楽音信号発生部25は、前記CPU10が行う発音に必要な処理に基づいて楽音波形信号を形成し、該楽音波形信号は特に図示していない、増幅器、スピーカ等よりなるサウンドシステム26を介して外部に放音される。

【0014】次に、以上の構成にかかる本実施例の動作について図8に示したフローチャートに従って説明する。なお、フローチャートにおいては図7に示したように、

R<sub>1</sub>：フラグFを記憶するレジスタ、

R<sub>2</sub>：p、mf、f各スイッチ21、22、23の操作により指定されるp、mf、fのいずれかの楽曲強弱区分PLAYを記憶するレジスタ、

R<sub>3</sub>：設定押鍵回数NOTEを記憶するレジスタ、

R<sub>4</sub>：押鍵ベロシティの積算値VELOを記憶するレジスタ、

R<sub>5</sub>：押鍵回数ONを記憶するレジスタ、

が用いられ、これらレジスタR<sub>1</sub>～R<sub>5</sub>としては、ワーキングRAMの一部が使用される。

【0015】すなわち、図8に示したフローチャートは、前記パワースイッチ16をオンにすることにより開始され、まず、LED1が点灯される（ステップ101）。次に、イニシャライズ処理（ステップ102）により、下記のように各レジスタR<sub>1</sub>～R<sub>5</sub>等の値がリセット、あるいは初期値設定され、また、このイニシャライズ処理において、前記ベロシティ変換テーブル13-1～13-7の中で、第4ベロシティ変換テーブル13-4が選択される。

【0016】レジスタR<sub>1</sub>：フラグF←0

レジスタR<sub>2</sub>：PLAY←mf

レジスタR<sub>3</sub>：NOTE←64（初期値）

レジスタR<sub>4</sub>：VELO←0

レジスタR<sub>5</sub>：ON←0

引き続き、前記VCTSスイッチ18がオン操作されたか否かが判別され（ステップ103）、該VCTSスイッチ18がオン操作されて、ステップ103の判別がYESとなると、LED2が点灯されるとともに（ステップ104）フラグFがセットされる（ステップ105）。さらに、表示部24には図6に示した初期画面が表示され（ステップ106）、この初期画面において、

「PLAY=mf」は前記楽曲強弱区分mfが選択されていることを意味し、「NOTE=64」は前記設定押鍵回数NOTEの初期値として「64」が設定されていることを意味している。

【0017】次に、前記pスイッチ21が操作されたか否かが判別され（ステップ107）、この判別がYESであればレジスタR<sub>2</sub>に楽曲強弱区分PLAYとして

“p”が格納される（ステップ108）。また、ステップ107の判別がNOであれば、前記mfスイッチ22が操作されたか否かが判別され（ステップ109）、この判別がYESであれば、レジスタR<sub>2</sub>に楽曲区分PLAYとして“mf”が格納される（ステップ110）。さらに、ステップ109の判別がNOであれば、前記fスイッチ23が操作されたか否かが判別され（ステップ111）、この判別がYESであればレジスタR<sub>2</sub>に楽曲強弱区分として“f”が格納される（ステップ112）。よって、p、mf、fスイッチ21、22、23のいずれかが操作された場合には、ステップ107～112の判別処理により、操作されたスイッチに対応する楽曲強弱区分p、mf、fが設定されるとともに、前記スイッチ21、22、23のいずれも操作されなかった場合には、ステップ102のイニシャライズ処理により設定された楽曲強弱区分mfが設定されることとなる。

【0018】また、ステップ111の判別がNOであれば、前記アップスイッチ19がオン操作されたか否かが判別され（ステップ113）、この判別がYESであってアップスイッチ19が1回オン操作される毎に、設定押鍵回数NOTEの値が1ずつカウントアップされる（ステップ114）。また、ステップ113の判別がNOであって、アップスイッチ19がオフ状態であれば、さらにダウンスイッチ20がオン操作されたか否かが判別される（ステップ115）。この判別がYESであれば、設定押鍵回数NOTEの値が1以下となったか否かが判別され（ステップ116）、この判別がNOであって設定押鍵回数NOTEの値が1以下となっていなければ、前記ダウンスイッチ20が1回オン操作される毎に設定押鍵回数NOTEの値が1ずつカウントダウンされる（ステップ117）。

【0019】よって、ステップ113から117までの判別処理により、設定押鍵回数NOTEの値は初期値“64”から適宜変更されて1以上の値として設定され、この設定されたNOTEの値と楽曲強弱区分PLAYとは、ステップ118の表示切換にて、前記表示部24の「PLAY=」「NOTE=」として表示される。また、ステップ107～118のループにおいて、ステップ115の判別がNOとなり、あるいはステップ116の判別がYESとなると、VCTSスイッチ18が再度オン操作されたか否かが判別される（ステップ119）。この判別がYESとなり、VDSスイッチ18が再度操作されると、ステップ107に戻ることなく、ス

テップ120に進んでLED2を消灯させ、楽曲強弱区分PLAY及び設定押鍵回数NOTEの設定及びその表示に関する処理を終了する。

【0020】したがって、以上に述べたステップ107～120までの判別処理によって理解し得るように、VCTSスイッチ18をオン操作した後、p、mf、fスイッチ21、22、23を操作しあるいは操作することなく、アップスイッチ19若しくはダウンスイッチ19を任意の回数操作し、しかる後に再度VCTSスイッチ18をオン操作すれば、楽曲強弱区分p、mf、fのいずれかが設定されるとともに、前記設定押鍵回数NOTEが64を中心に適宜変化して、1以上の任意の値をもって設定されるのである。

【0021】そして、ステップ120に続くステップ121の判別がNOであって、パワースイッチ17がオン状態に維持されていれば、ステップ103に戻って前述した判別処理が再度実行される。このとき、VCTSスイッチ18が非操作状態であれば、ステップ103の判別がNOとなって、該ステップ103からステップ124に進む。該ステップ124では、押鍵があったか否かが判別され、この判別がNOであって押鍵がなければ、このフローチャートに示される以外の必要な他の処理が実行された後（ステップ133）、前述したステップ121の判別がなされる。

【0022】また、ステップ124の判別がYESであって、押鍵があった場合には、発音処理が実行され（ステップ125）、この発音処理は、現在選択されているいずれかのベロシティー変換テーブル13-1～13-7に設定されている変換カーブ1～7に基づいて変換されたベロシティーの値に基づいて、音量が決定される。すなわち、この発音処理に際して、仮に図3に示した変換カーブ2を有する第2ベロシティー変換テーブル13-2が選択された状態にあったとすると、先ず、楽器使用者により押鍵された際の実際の押鍵時のベロシティーである押鍵ベロシティーにより、前記第2ベロシティー変換テーブル13-2のy軸に設定された押鍵ベロシティーの値V<sub>1</sub>が特定される。しかる後に、このy軸において特定された押鍵ベロシティーの値V<sub>1</sub>に対応するアドレスから、変換カーブ2によってx軸に設定された楽音制御用ベロシティーV<sub>2</sub>に対応するデータを読み出し、該読み出した楽音制御用ベロシティーV<sub>2</sub>に対応するデータによってステップ125の発音処理における音量が決定される。よって、サウンドシステム26からは、現在選択されている第2ベロシティー変換テーブル13-2によって変換された楽音制御用ベロシティーの値V<sub>2</sub>に応じた音量の楽音が発生する。

【0023】そして、ステップ125に続くステップ126においては、フラグFがセット状態にあるか否かが判別され、前述したステップ104以降の判別処理がなされると、フラグFはセット状態に維持されていること

から、ステップ126の判別はYESとなって、ステップ127に進む。該ステップ127においては、レジスタR<sub>1</sub>に記憶されている従前までのベロシティーの積算値VELOに今回の押鍵のベロシティーの値が積算されて格納される。次に、実際の押鍵回数ONを記憶するレジスタR<sub>2</sub>の値がカウントアップされ（ステップ128）、さらに、レジスタR<sub>1</sub>に記憶されている実際の押鍵回数ONが前記レジスタR<sub>2</sub>に記憶されている設定押鍵回数NOTE以上となったか否かが判別される（ステップ129）。この判別がNOであって、実際の押鍵回数ONが設定押鍵回数NOTE未満であれば、前述したステップ133の処理、及びステップ121の判別がなされた後、ステップ103からの判別処理が繰り返される。

【0024】そして、実際の押鍵回数ONが設定押鍵回数NOTE以上となることにより、ステップ129の判別がYESとなると、前記レジスタR<sub>2</sub>に記憶されているベロシティーの積算値VELOを設定押鍵回数NOTEで除す演算が実行され（ステップ130）、これにより当該楽器使用者の1回押鍵当たりのベロシティーの平均値が演算結果として得られる。そこで、次のステップ131では、前記演算結果と楽曲強弱区分PLAYとに基づいてベロシティー変換テーブル13-1～13-7が選択される。

【0025】このステップ131の処理について具体例をもって詳述すると、前記ステップ130の演算結果が“95”であったとするならば、図4に示したベロシティー変換テーブル選択用テーブル14において、前記演算結果は押鍵ベロシティー平均値範囲の「91～100」に属する値である。このとき、前記p、mf、f各スイッチ21、22、23のいずれもオン操作されなかったとすると、前述したイニシャライズ処理により楽曲強弱区分mfが設定されていることから、該楽曲強弱区分mfにおける押鍵ベロシティー平均値範囲「91～100」に対応する、第3ベロシティー変換テーブル13-3が選択される。

【0026】すなわち、楽曲強弱区分p、mf、fを自ら選択することなく、設定押鍵回数NOTEのみの設定を行って、演奏を開始した場合には、第1～第7ベロシティー変換テーブル13-1～13-7の中から、押鍵ベロシティーの平均値に応じて、最も適切な変換特性を有する変換テーブル13-1～13-7のいずれかが選択される。よって、子供のように指の力が弱く押鍵ベロシティーの平均値が例えば「1～30」の範囲であれば、第7ベロシティー変換テーブル13-7が選択されて、変換カーブ7によって変換がなされることにより、低い押鍵ベロシティーであっても高い楽音制御用ベロシティーが出力される。また、逆に相対的に強い演奏を行ってしまう者のように、押鍵ベロシティーの平均値が例えば「111～127」の範囲であれば、第1ベロシティー

変換テーブル13-1が選択されて、変換カーブ1によって変換がなされることにより、高い押鍵ペロシティーであっても低い楽音制御用ペロシティーが出力される。

【0027】よって、前記変換により押鍵ペロシティーの個人差が是正されて、演奏者のペロシティーに関する能力は補填され、このように選択されたペロシティー変換テーブル13-1～13-7によって、前記ステップ125において発音処理がなされることにより、適切な強弱をもって演奏を行うことが可能となる。

【0028】しかも、前記押鍵ペロシティーの平均値を演算することから（ステップ130）、該平均値から当該演奏者のペロシティーの個人差をより適確に捕えて、該ペロシティーの個人差に応じた変換特性のペロシティー変換テーブル13-1～13-7を選択することが可能となり、これによりペロシティーの個人差を是正した、より適切な強弱表現が可能となる。

【0029】一方、前記pスイッチ21がオン操作されて楽曲強弱区分pが設定された状態にあったとすると、例えば前記ステップ130の演算結果が前述と同様に押鍵ペロシティー平均値範囲の「91～100」に属する“95”であったとしても、図4に示したペロシティー変換テーブル選択用テーブル14において、第2ペロシティー変換テーブル13-2が選択され、変換カーブ2により押鍵ペロシティーから楽音制御用ペロシティーへの変換がなされる。

【0030】これに対し、前記fスイッチ23がオン操作されて楽曲強弱区分fが設定された状態にあったとすると、例えば前記ステップ130の演算結果が押鍵ペロシティー平均値範囲の「91～100」に属する“95”であったとしても、図4に示したペロシティー変換テーブル選択用テーブル14において、第5ペロシティー変換テーブル13-5が選択され、変換カーブ5により押鍵ペロシティーから楽音制御用ペロシティーへの変換がなされる。

【0031】つまり、このように押鍵ペロシティーの平均値が“95”であっても、楽曲強弱区分mfが設定されている場合には、第3ペロシティー変換テーブル13-3が選択されるのに対し、楽曲強弱区分pが設定されている場合には、第2ペロシティー変換テーブル13-2が選択され、また、楽曲強弱区分fが設定されている場合には、第5ペロシティー変換テーブル13-5が選択される。そして、第2ペロシティー変換テーブル13-2が選択された場合には、第3ペロシティー変換テーブル13-3が選択された場合より、入力される押鍵ペロシティーに対して出力される楽音制御用ペロシティーが小となる特性であり、また、第5ペロシティー変換テーブル13-5が選択された場合には、第3ペロシティー変換テーブル13-3が選択された場合より、入力される押鍵ペロシティーに対して出力される楽音制御用ペロシティーが大となる特性である。

【0032】したがって、押鍵ペロシティーの平均値が“95”である演奏者が演奏を行った場合において、演奏する楽曲に合わせて楽曲強弱区分pを予め選択しておけば、演奏される楽曲全体が弱く表現することができ、楽曲強弱区分fを設定しておけば、演奏される楽曲全体を強く表現することができる。よって、演奏者が曲想を考慮することなく常に一定のペロシティーで演奏を行っても、楽曲の強弱区分p, mf; fに応じた楽音制御用ペロシティーが得られ、該楽音制御用ペロシティーにより楽曲に合った強弱表現に行うことが可能となる。

【0033】そして、ステップ131に続くステップ132では、フラグFがリセットされ、次に前記パワースイッチ16がオフ操作されたか否かが判別され（ステップ121）、この判別がYESであってパワースイッチ16がオフ操作されれば、イニシャライズ処理が行われた後（ステップ122）、パワースイッチ16の上部に設けられているLED1を消灯させて（ステップ123）、このフローを抜けるのである。

#### 【0034】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、演奏者の演奏特性をマシンが評価し、この評価結果に基づいて、演奏者に最適なペロシティー変換特性を自動的に選択するようにしたので、極めて簡単に演奏者に最適なペロシティー変換特性を選択することが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の全体的な回路構成を示すブロック図である。

【図2】同実施例のペロシティー変換テーブル群の模式図である。

【図3】同実施例のペロシティー変換テーブルの説明図である。

【図4】同実施例のペロシティー変換テーブル選択用テーブルを示す模式図である。

【図5】同実施例のスイッチ部の要部平面図である。

【図6】同実施例の表示部に表示された初期画面の平面図である。

【図7】同実施例に用いられるレジスタの概念図である。

【図8】同実施例のフローチャートである。

#### 【符号の説明】

- 10 CPU
- 11 ROM
- 12 RAM
- 13 ペロシティー変換テーブル群
- 13-1～13-7 ペロシティー変換テーブル
- 14 ペロシティー変換テーブル選択用テーブル
- 15 スイッチ部
- 18 VCTSスイッチ
- 19 アップスイッチ
- 20 ダウンスイッチ

21 p スイッチ  
22 m f スイッチ

23 f スイッチ